

Министерство науки и высшего образования РФ
Правительство города Севастополя
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»
Всероссийское гидробиологическое общество при Российской академии наук
Русское географическое общество
Паразитологическое общество при Российской академии наук

Изучение водных и наземных экосистем: история и современность

Международная научная конференция, посвящённая 150-летию
Севастопольской биологической станции —
Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского
и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий»

Тезисы докладов

13–18 сентября 2021 г.
Севастополь, Российская Федерация

Севастополь
ФИЦ ИНБЮМ
2021

Результаты исследований Института биологии южных морей экофизиологии антарктических сальп *Salpa thompsoni* Foxton

Минкина Н. И., Самышев Э. З.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия

niminkina_fmeco@imbr-ras.ru

В антарктическом планктоне сальпы по своему обилию уступают только эвфаузиевым. В локальных районах их количество бывает соизмеримым и даже превышающим обилие массовых видов макро- и мезопланктона. Это обусловило интерес к ним ещё на ранних этапах исследований в Южном океане. Видовой состав, биология, распределение, сезонная изменчивость в развитии и относительной численности различных стадий их жизненного цикла в разные сезоны года достаточно хорошо изучены [Makintosh, 1934 ; Foxton, 1966], и эти исследования продолжают [Самышев, 2000а, б ; Pakhomov et al., 2002 ; Gille, 2002 ; Atkinson et al., 2004 ; Самышев, Ломакин, 2004 ; Smetacek, Nicol, 2005 ; Pakhomov et al., 2006 ; Bombosch, 2008 ; Loeb, Santora, 2011 ; Pakhomov, Hant, 2017]. По нашим наблюдениям, в 1997 г. в водах, примыкающих к традиционному району промысла криля (у Южных Оркнейских островов), концентрация сальп, представленных *Salpa thompsoni* Foxton, превышала в 25 раз концентрацию криля. Проведённый в 1998 г. учёт этих животных показал ещё большее возрастание их количества: обилие сальпы относительно криля в 1,5 раз превышало таковое в 1997 г. Основные скопления сальп приурочены к водам Антарктического циркумполярного течения, чем и обусловлено их отмежевание от максимумов криля [Самышев, 2000б ; Pakhomov et al., 2002 ; Самышев, Ломакин, 2004].

Сальпы — пелагические туники, имеющие сложный жизненный цикл, который состоит из перемежающихся генераций полового (колониальные формы, или бластозоиды) и партеногенетического (одиночные формы, или оозоиды) размножения. У сальп функции движения и питания совмещены. Из-за этой особенности сальпы являются неизбирательными фильтраторами, эффективно захватывающими частицы в широком спектре размеров. Характеризуясь высокой плодовитостью и скоростями фильтрации, сальпы являются основными пищевыми конкурентами криля. Поэтому важным представляется выявление условий среды, благоприятствующих возрастанию обилия сальп и, наоборот, приводящих к ингибированию их жизнедеятельности.

С этой целью нами был применён разработанный нами метод мониторинга «благополучия» пелагиали на основании оценки пространственной вариативности уровня энергетического обмена (далее — ЭО) массовых видов зоопланктона [Минкина, 2007 ; Минкина, Самышев, 2014]. Метод предполагает исключение составляющих дисперсии величин интенсивности дыхания, которые измерены на различных станциях обследуемого полигона, связанных с условиями опытов — экспериментальной плотностью популяции животных, выраженной в единицах массы [Хайлов и др., 1999], и суточным ритмом жизнедеятельности гидробионтов [Минкина, Павлова, 1995]. Влияние гетерогенности среды обитания данного вида описывается оставшейся компонентой изменчивости интенсивности ЭО.

В результате наших экспериментов в ходе 3-й и 7-й Украинских антарктических экспедиций на НИС «Э. Кренкель» (26 марта — 7 апреля 1998 г.) в районах о-ва Мордвинова, Южных Оркнейских о-вов, возле о-ва Кинг-Джордж и НИС «Горизонт» (11–18 марта 2002 г.) в проливе Брансфилда нами было показано, что две генерации различаются не только морфологически, но и уровнем энергетического обмена [Минкина, Самышев, 2004]. Существование различий у разных форм

сальп ранее достоверно не было подтверждено [Iguchi, Ikeda, 2004]. Две формы проявляли сходный суточный ритм дыхания, оценённый по данным измерения потребления кислорода полярографическим методом [Минкина, Павлова, 1995 ; Греков и др., 2003]. Между тем у колониальных форм интенсивность дыхания была почти в 2 раза ниже, чем у одиночных форм. При выбранной приведённой плотности посадки животных в экспериментальные сосуды, равной 3 г сыр. массы на л, независимо от индивидуальной массы тела, среднесуточная величина энергетического метаболизма составила $79,5 \text{ мкг O}_2 \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ у оозоидов и $41,5 \text{ мкг O}_2 \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$ у бластозоидов, или 125 и 61 % содержания углерода в теле за сутки соответственно. Эти значения принимаются за статистическую «норму» для данной формы сальп, или за 100 % в расчётах.

Результаты наших экспериментов были использованы для оценки состояния пелагической экосистемы в Атлантической части Антарктики [Самышев, 2000а ; Павлова, Самышев, 2011].

Вектор и величина отклонения ЭО от статистической «нормы» у сальп, в конце 1970-х гг. внедрившихся в основу ареала криля, при прочих благоприятных физико-химических условиях в океанической зоне зависят от обеспеченности желетелых кормом. Позитивные значения ЭО сальп наблюдаются в динамически активных зонах, а их ингибирование, напротив, — в зонах стационарных круговоротов, возникающих в устьях проливов, над поднятиями дна и вследствие изрезанности берегов, что приводит к длительной аккумуляции скоплений желетелых и тем самым создаёт дефицит корма [Минкина, Самышев, 2014].

Весной 2002 г. нами также были выполнены измерения рационов и прироста сальп радиоуглеродным методом. Общая продолжительность экспериментов по определению составляющих энергетического баланса сальп — от 12 до 29 часов. В качестве корма туникатам были использованы меченые C^{14} культуры зелёных водорослей *Dunaliella maritima* и *Plathymonas viridis*. Содержание углерода в теле сальп было определено Б. Е. Аннинским и А. М. Щепкиной [2003]. В 2–4-часовых экспериментах величины рационов в диапазоне размеров исследованных особей 2,1–16,4 г сырого веса с увеличением концентрации корма, соответствовавшей биомассе фитопланктона в диапазоне $0,56\text{--}15,9 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$, линейно возрастали от 0,15 до 6,8 % содержания углерода в теле одиночных сальп и от 0,03 до 39 % у колониальных в пересчёте на сутки, независимо от индивидуальной массы тела особей. Рационы недавно отпочковавшихся колониальных сальп на II стадии развития с длиной тела 24,2 мм и сырым весом 0,28 г составляли 0,17–9,2 %.

Если рационы сальп в природных условиях могут на порядок превышать таковые у криля, то темп роста и, соответственно, значения коэффициента K_1 у сальп в наших экспериментах оказались на порядок меньше — 0,4–1 % у оозоидов и 0,06–0,3 % у бластозоидов (по экспериментальным данным, во всём диапазоне размеров криля с увеличением размеров рачков коэффициент K_1 снижался с 4,4 и 3,4 % [Самышев, 1991]). Прирост сальп в наших опытах составил 0,003–0,03 % содержания углерода в теле животных в сутки у одиночных форм, или 0,3–0,85 мм длины тела в сутки, и $0,0004\text{--}0,013 \text{ \%} \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ у колониальных форм, или 0,14–0,78 мм $\cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$.

Эти значения, полученные *in vitro*, хорошо согласуются с расчётными величинами, полученными на основании многолетних наблюдений *in vivo* за размерными когортами сальп [Loeb, Santora, 2012]. По оценкам исследователей, в районе Антарктического п-ова у одиночных сальп Томпсона темп роста составил $0,23 \text{ мм} \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$, а у колониальных — $0,40 \text{ мм} \cdot \text{экз}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$.

Таким образом, показано, что две генерации сальп различаются не только морфологически, но и уровнем энергетического обмена. С помощью разработанного нами метода «благополучия» «пелагиали» выявлены условия, неблагоприятные для жизнедеятельности сальп и их массового развития. Применение радиоуглеродного метода в экспериментах по определению элементов энергетического баланса *S. thompsoni* позволило получить зависимость рационов сальп от концентрации микроводорослей и оценить прирост данных туникат при этих рационах.